



Ministère de l'Agriculture,  
de l'Alimentation et  
des Affaires rurales

# ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE DE SOL DANS LE CADRE DE LA GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

K. Reid

Imprimé en novembre 2007

Les analyses de sol jouent un rôle important en production végétale ainsi que dans la gestion des éléments nutritifs. Elles constituent en fait le meilleur moyen de bien planifier les applications d'engrais pour les exploitations agricoles qui utilisent des engrais commerciaux comme source principale d'éléments nutritifs. Il est particulièrement important, dans le cas des fermes d'élevage, de connaître la teneur initiale du sol en éléments nutritifs. C'est à partir de cette dernière qu'on peut alors dresser le plan de gestion des éléments nutritifs qui permettra de gérer adéquatement à la fois les éléments nutritifs que la ferme produit et ceux qu'elle reçoit sous forme de biosolides et d'engrais commerciaux.

L'analyse de sol se fait en trois étapes : d'abord le prélèvement d'un échantillon représentatif dans chaque champ ou parcelle, puis l'analyse de l'échantillon afin de connaître les quantités d'éléments nutritifs disponibles, et enfin, l'utilisation des résultats pour établir les doses optimales d'engrais. La tenue de registres fait partie intégrante du processus d'analyse de sol. Les registres permettent de vérifier si la teneur du sol en certains éléments augmente, diminue ou demeure stable.

## ÉCHANTILLONNAGE DU SOL

L'échantillon de sol envoyé au laboratoire doit habituellement peser autour de 400 grammes (1 lb). Il doit cependant être représentatif de 20 000 tonnes de sol, soit la quantité contenue dans 10 ha (25 acres). On comprend donc que l'échantillonnage doit se faire rigoureusement.

### Zone d'échantillonnage

Le choix de la zone d'échantillonnage peut influencer grandement sur l'exactitude de l'analyse de sol. Il est relativement simple de prélever un échantillon dans chacun des champs lorsque ceux-ci occupent une faible superficie. Par contre, les champs très étendus doivent être divisés en zones d'échantillonnage de plus petite dimension. Il est

important, dans la mesure du possible, de s'assurer que chaque secteur d'échantillonnage est uniforme et distinct de ceux qui sont de toute évidence différents.

La fertilité du sol peut varier selon la composition de la roche-mère, la texture du sol, la quantité d'éléments nutritifs prélevés par la culture ou la topographie. La plupart des différences de fertilité sont toutefois attribuables aux applications antérieures d'éléments nutritifs, sous forme d'engrais ou de fumier. Si la variabilité est faible, on peut regrouper plusieurs carottes de terre dans un seul échantillon. Par contre, en présence de fortes variations, il est recommandé de prélever des échantillons distincts. Si les limites précédentes des champs sont connues, on peut s'en servir pour diviser les plus grands champs en plus petites parcelles. Lorsqu'on ne connaît pas ces limites, on peut alors subdiviser ou diviser les champs en fonction du type de sol ou de la topographie. Aucun échantillon global ne devrait représenter plus de 10 hectares (25 acres).

Il n'existe pas de superficie minimale pouvant être représentée par un échantillon; il est donc permis, mais non obligatoire aux fins de la gestion des éléments nutritifs, d'avoir recours à l'échantillonnage de précision, à l'échantillonnage adapté à chaque site ou à l'échantillonnage en grille.

Les échantillons provenant de parcelles dont la composition diffère de toute évidence du reste du champ ne doivent pas être regroupés dans l'échantillon composite du champ. On doit donc éviter de les prélever dans les dérayures, les zones érodées, les allées ou à l'emplacement d'anciens tas de fumier ou de chaux. Si ces zones sont suffisamment étendues, il est recommandé d'y prélever des échantillons et de les faire analyser, de façon distincte.

### Profondeur d'échantillonnage

Dans le cas des analyses visant la gestion des éléments nutritifs, on prélève normalement les échantillons à une profondeur d'environ 15 cm (6 po), étant donné que la majorité des racines se développent jusqu'à cette profondeur et que le travail du sol assure le mélange des éléments nutritifs jusqu'à environ 15 cm. Comme les couches inférieures du sol contiennent habituellement beaucoup moins d'éléments nutritifs, un échantillonnage plus profond risquerait de ne pas être représentatif du champ.

Lorsqu'on souhaite connaître la quantité de nitrates disponibles pour la culture, toutefois, il est plus précis de prélever un échantillon à une profondeur de 30 cm (1 pi), puisque les nitrates se déplacent plus facilement dans l'eau du sol que les autres éléments nutritifs.

La profondeur du prélèvement demeure la même dans le cas des systèmes de semis direct, bien que les éléments nutritifs ne soient plus incorporés mécaniquement au sol. La profondeur peut cependant varier dans le cas des mesures de pH. Il peut en effet être plus approprié de prélever un échantillon près de la surface (5 cm ou 2 po), en vue d'évaluer l'acidification de la couche superficielle du sol lorsque de l'azote est appliqué en surface. Ne pas utiliser ces échantillons par contre pour les analyses d'éléments nutritifs, sous peine de surestimer la disponibilité des éléments nutritifs du sol.

### Prélèvement des échantillons

Pour qu'un échantillon de sol soit représentatif, il doit contenir suffisamment de carottes de terre prélevées au hasard un peu partout dans toute la zone échantillonnée. Un nombre insuffisant de carottes augmente le risque qu'un sous-échantillon non représentatif fausse l'ensemble des résultats pour tout le champ. Un échantillonnage non aléatoire augmente les risques que les résultats soient biaisés. Le meilleur moyen de prélever un échantillon aléatoire (au hasard) est de parcourir le champ en zigzag. Prélever au moins 20 carottes pour obtenir un échantillon composite et une carotte additionnelle à l'acre pour les champs d'une superficie supérieure à 20 acres.

On néglige trop souvent, dans le cadre de l'échantillonnage, de mélanger complètement la terre avant d'en retirer les sous-échantillons. Les carottes de sol échantillonnées doivent être mélangées dans un seau jusqu'à ce qu'on ne puisse plus distinguer les carottes. Les carottes d'argile lourde doivent parfois être asséchées avant de pouvoir être mélangées correctement pour donner un sous-échantillon acceptable. Ce dernier ne doit pas peser plus de 400 g, soit l'équivalent d'environ une tasse.

Garder les échantillons à température ambiante, à l'exception de ceux qui sont analysés pour leur teneur en

nitrates, qui doivent être conservés au frais (température inférieure à 4 °C) et livrés au laboratoire en moins d'une journée pour analyse immédiate. Congeler le plus rapidement possible les échantillons qui ne seront pas analysés tout de suite.

### Matériel d'échantillonnage

On peut prélever les échantillons du sol à l'aide d'une pelle ou d'une bêche, mais il est beaucoup plus efficace d'utiliser une sonde d'échantillonnage ou une tarière. Ces outils doivent être en acier inoxydable, surtout si les échantillons sont analysés pour leur teneur en oligoéléments. Bon nombre de fournisseurs de matériel agricole prêteront des sondes d'échantillonnage.

Mettre les carottes du sol dans un seau de plastique propre. Les seaux de métal galvanisé vont contaminer les échantillons avec le zinc qu'ils contiennent, ce qui rend inutilisables les résultats d'analyse des oligoéléments. Éviter d'utiliser des seaux qui contenaient des nettoyants ou des détergents, puisque les phosphates de ces derniers peuvent se retrouver dans les échantillons.

Une truelle solide en acier inoxydable ou en aluminium permet de bien mélanger les carottes avant de prélever le sous-échantillon. Un tournevis est utile pour déloger les mottes de terre qui pourraient rester coincées dans la sonde d'échantillonnage.

### Fréquence de l'échantillonnage

La fréquence d'échantillonnage doit être suffisante pour permettre de déceler les changements dans la composition du sol d'un champ avant que les rendements ou l'efficacité du programme de fertilisation ne soient gravement compromis. Dans la plupart des cas, des analyses tous les trois ans suffisent, ce qui correspond souvent à la période où la culture revient dans la rotation.

#### Que dit le Règlement au sujet de la fréquence d'échantillonnage?

Selon le Règlement de l'Ontario 267/03, un échantillon de sol doit être prélevé et analysé pour chaque champ avant l'élaboration du plan de gestion des éléments nutritifs correspondant, et les résultats d'analyse obtenus doivent être utilisés pour la préparation du plan. Normalement, cela signifie que l'intervalle maximal d'échantillonnage serait de 5 ans, à moins que des changements sur l'exploitation justifient l'établissement d'un autre plan de gestion. Une exception s'applique cependant dans le cas du plan d'une nouvelle exploitation, lequel peut reposer sur des valeurs par défaut suffisamment élevées pour limiter au maximum l'application d'éléments nutritifs.

Des changements rapides dans la composition du sol peuvent se produire lorsque ce dernier présente une faible capacité de rétention des éléments nutritifs ou lorsqu'on sème des cultures qui prélèvent de grandes quantités d'un

élément en particulier. Il peut être nécessaire d'échantillonner le sol plus souvent dans le cas des sols à texture grossière ou lorsque les cultures prélèvent d'importantes quantités de potassium, comme la luzerne, le maïs d'ensilage ou les tomates de transformation.

### Période d'échantillonnage

Le pH et la composition du sol varient au cours d'une année, en raison surtout de l'humidité du sol; ces différences, toutefois, ne sont pas suffisamment importantes ni assez constantes pour avoir un effet sur le plan de gestion des éléments nutritifs. Mais le fait de prélever les échantillons de sol à la même période de l'année élimine les variations saisonnières dans les comparaisons des résultats d'analyse d'une fois à l'autre. Par ailleurs, ce qui est encore plus important, c'est que si les échantillons sont prélevés immédiatement après la récolte, on obtiendra les résultats suffisamment à l'avance pour planifier le programme de fertilisation de la prochaine culture.

### Analyse des échantillons

L'analyse des échantillons utilisés pour dresser un plan de gestion des éléments nutritifs doit être confiée à un laboratoire accrédité par le MAAARO et doit se faire à l'aide de méthodes reconnues par le MAAARO. Le processus d'accréditation garantit la qualité des analyses grâce à l'utilisation de méthodes reconnues en Ontario.

Le tableau 1 fournit une liste des laboratoires accrédités en Ontario.

**Tableau 1. Laboratoires accrédités pour les analyses de sol en Ontario.**

Laboratoire	Adresse	Téléphone / Télécopieur
A & L Canada Laboratories Inc.	2136, ch. Jetstream London (Ontario) N5V 3P5	Tél. : 519 457-2575 Télec. : 519 457-2664 Courriel : aginfo@alcanada.com
Accutest Laboratories	146, ch. Colonnade, bur. 8 Nepean (Ontario) K2E 7Y1	Tél. : 613 727-5692 Télec. : 613 727-5222 Courriel : phaulena@accutestlabs.com
Agri-Food Laboratories	503, ch. Impenal, bur. 1 Guelph (Ontario) N1H 6T9	Tél. : 519 837-1600 1 800 265-7175 Télec. : 519 837-1242 Courriel : lab@agtest.com
Brookside Laboratories, Inc.	301 South Main St New Knoxville, Ohio 45871	Tél. : 419 753-2448 Télec. : 419 753-2949 Courriel : nfisher@blinc.com
Laboratoire d'analyse des sols et des éléments nutritifs	Université de Guelph C.P. 3650 95, ch. Stone O. Guelph (Ontario) N1H 8J7	Tél. : 519 767-6226 Télec. : 519 767-6240 Courriel : nschnei@lsd.uoguelph
Stratford Agri Analysis (filiale de Daco Laboratories Ltd.)	1131, rue Erie C.P. 760 Stratford (Ontario) N5A 6W1	Tél. : 519 273-4411 1 800 323-9089 Télec. : 519 273-4411 Courriel : saa@dacolabs.com

Le dosage des éléments nutritifs dans le sol se fait par extraction des éléments nutritifs, puis analyse des extraits. Les valeurs ainsi obtenues ne représentent pas exactement les quantités qui sont physiquement assimilables par la culture. Les mécanismes chimiques du sol et des prélèvements par les plantes sont trop complexes pour permettre d'obtenir une telle mesure. Les valeurs obtenues reflètent plutôt les quantités d'éléments nutritifs que les systèmes racinaires des végétaux peuvent extraire du sol. Ces mesures peuvent varier beaucoup selon le type d'analyse effectuée. On ne saurait par conséquent utiliser les résultats de différentes analyses avec les tableaux de fertilisation de l'Ontario. Les analyses reconnues ont été choisies parce qu'elles fournissent des résultats fiables pour la gamme de conditions de sol qu'on trouve dans la province.

Les recommandations de fertilisation du MAAARO visent un rendement optimal des cultures. Elles tiennent compte de la fraction des éléments nutritifs présente dans le sol que les végétaux sont à même de prélever.

L'analyse reconnue par le MAAARO pour le dosage du phosphore utilise une solution d'extraction au bicarbonate de soude. La méthode, communément appelée méthode Olsen, est considérée comme fiable pour la gamme de pH du sol qu'on trouve en Ontario. D'autres méthodes, qui sont utilisées dans des provinces ou États voisins, comme le test Mehlich-3 ou la méthode Bray donnent des résultats variables en sols alcalins et ne sont donc pas reconnues en Ontario. L'échelle des résultats étant par ailleurs différente, les valeurs obtenues ne peuvent pas être utilisées avec les tableaux de fertilisation du MAAARO.

Le potassium assimilable est mesuré par extraction à l'aide d'une solution d'acétate d'ammonium. L'ammonium éloigne les cations, comme le potassium, des particules à charge négative du sol, ce qui permet d'en effectuer le dosage dans une solution. Le même extrait peut être utilisé pour doser le magnésium, le calcium et le sodium biodisponibles.

Le pH est un autre paramètre important mesuré par les analyses de sol. Le pH, un indicateur de l'acidité ou de l'alcalinité du sol, influe sur la biodisponibilité d'un grand nombre d'éléments nutritifs, la croissance des plantes et l'efficacité de nombreux herbicides. Le pH devrait être mesuré dans un mélange pâteux de sol et d'eau qui contient juste assez d'eau pour saturer les pores du sol. Des suspensions plus diluées donneront des mesures de pH supérieures à la réalité surtout dans les sols à texture grossière. Une analyse du pH est exigée pour l'épandage de biosolides.

Il existe également des analyses reconnues par le MAAARO pour le dosage du zinc et du magnésium dans le sol. Ces analyses ne sont pas requises dans le cadre du

plan de gestion des éléments nutritifs, mais elles sont utiles pour comparer une section fertile d'un champ à une autre pour laquelle on soupçonne une carence, ainsi que pour planifier les éventuels apports d'éléments nutritifs.

S'il doit y avoir épandage de biosolides, le plan de gestion des éléments nutritifs doit préciser les teneurs du sol en certains métaux réglementés. Ces dosages sont réalisés par un processus de digestion acide, où tous les minéraux du sol et les composés organiques de l'échantillon sont dissous. Les laboratoires qui effectuent de telles analyses doivent être accrédités en vertu d'un programme d'accréditation distinct qui répond aux normes ISO/IEC 17025.

#### Que dit le Règlement au sujet des analyses requises?

Les analyses d'échantillons de sol prélevés dans le cadre d'un plan de gestion des éléments nutritifs qui prévoit des épandages de fumier doivent être confiées à un laboratoire accrédité par le MAAARO, pour ce qui est du dosage de leur teneur en phosphore et en potassium assimilables. Les plans qui prévoient des épandages de biosolides doivent s'assortir d'analyses pour les mêmes paramètres, d'une analyse du pH et du dosage des métaux réglementés (Règlement de l'Ontario 267/03).

#### UTILISATION DES RÉSULTATS

La fertilité du sol ne se limite pas à un rapport d'analyse de sol, lequel ne fournit en fait qu'un portrait ponctuel de la situation. La santé du sol, qui dépend aussi de son degré d'ameublissement, de sa structure et des rotations des cultures, influence aussi le cycle des éléments nutritifs dans le sol. Les résultats des analyses de sol pour un

champ donné servent à élaborer le plan de gestion des éléments nutritifs pour ce champ. Ils permettent de comparer les résultats aux recommandations de fertilisation du MAAARO afin d'établir les doses d'engrais à appliquer. Ils peuvent aussi être entrés dans un programme informatisé de gestion des éléments nutritifs (comme le logiciel NMAN) ou dans le Cahier de gestion des éléments nutritifs, afin que les taux d'application soient calculés en tenant compte de toutes les sources d'éléments nutritifs.

Il est également utile de garder les résultats d'analyse de sol dans un registre, afin de les comparer aux résultats des années antérieures. Il est plus facile d'évaluer l'efficacité de l'ensemble du programme de fertilisation ou du plan de gestion des éléments nutritifs si l'on peut suivre l'évolution des niveaux de fertilité du sol.

L'utilisation des résultats devient plus complexe lorsque plusieurs échantillons ont été prélevés dans un champ ou dans une parcelle distincte. Les résultats provenant d'échantillons multiples peuvent provenir de champs qui ont fait l'objet d'un échantillonnage en quadrillage. Si le champ est plus grand que 10 ha (25 acres), il peut être souhaitable de le fertiliser au complet, en bloc. Le *tableau 2* présente les pours et les contres d'un certain nombre de manières d'utiliser les résultats d'échantillons multiples.

Dans l'établissement de moyennes, il faut toujours pondérer les résultats en fonction de la superficie représentée par chaque échantillon. Pour ce faire, on multiplie le résultat d'analyse d'un paramètre obtenu pour un

**Tableau 2. Méthodes de détermination des doses de fertilisants à partir de résultats d'échantillons multiples.**

Méthode	Pours	Contres
Considérer chaque parcelle de manière distincte, et épandre le fumier ou les engrais en fonction des résultats de l'analyse de sol correspondante.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Méthode la plus précise pour régler les apports en fonction des besoins.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Difficile à gérer, surtout s'il y a variation de nombreux éléments nutritifs.</li> </ul>
Utiliser les valeurs moyennes des analyses de sol de toute la parcelle pour établir les taux d'application de fumier et d'engrais.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un seul taux d'application, donc plus facile à gérer.</li> <li>Taux d'application des éléments nutritifs proches des besoins pour la plus grande partie du champ.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une partie du champ risque d'être sous-fertilisée.</li> <li>Peut entraîner des pertes d'éléments nutritifs dans l'environnement à partir des sections du champ qui reçoivent des apports excessifs de certains éléments.</li> </ul>
Utiliser les valeurs les plus élevées des résultats d'analyse des échantillons disponibles pour établir les taux d'application de fumier et d'engrais.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Taux d'application les plus conservateurs au point de vue environnemental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une partie du champ risque d'être sous-fertilisée.</li> </ul>
Utiliser les valeurs les moins élevées des résultats d'analyse des échantillons disponibles pour établir les taux d'application de fumier et d'engrais.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Risques moindres de pertes de rendement attribuables à une sous-fertilisation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peut entraîner des pertes d'éléments nutritifs dans l'environnement à partir des sections du champ qui reçoivent des apports excessifs de certains éléments.</li> <li>Coûts d'engrais élevés, sans hausse de rendements.</li> </ul>

échantillon par le nombre d'acres représentés par cet échantillon. On fait ensuite la somme des produits obtenus pour l'ensemble des échantillons et on divise cette somme par le nombre total d'acres du champ afin d'obtenir une moyenne pondérée pour tout le champ. Cette méthode permet d'éviter qu'un seul échantillon représentatif d'une petite parcelle fausse les résultats lorsqu'il est très différent du reste du champ.

*Exemple de calcul :*

Parcelle	Teneur du sol en P	Superficie	Pondération
Champ avant ouest	16	15 acres	$16 \times 15 = 240$
Champ avant est	32	4 acres	$32 \times 4 = 128$
Ancien enclos	92	1 acre	$92 \times 1 = 92$
Champ arrière ouest	8	25 acres	$8 \times 25 = 200$
Champ arrière est	6	25 acres	$6 \times 25 = 150$
TOTAL		90 acres	810

Dans l'exemple, la teneur moyenne du sol en P est de 9, soit le quotient de  $810/90$ . Si on faisait simplement la moyenne des valeurs obtenues par l'analyse de sol, les valeurs élevées obtenues pour l'ancien enclos ainsi que pour le champ est avant fausseraient le résultat à la hausse et donneraient une moyenne de 31. Pour une ferme dont les engrais commerciaux constituent la principale source d'éléments nutritifs, cela représente une dose de 0 (moyenne simple) à 70 kg/ha (moyenne pondérée).

Lorsque les résultats d'échantillonnage sont combinés pour établir un plan de gestion des éléments nutritifs, la méthode qui est utilisée doit être notée dans le plan, afin que toute personne qui consulte ce plan puisse être en mesure de comprendre comment les chiffres ont été obtenus.

Pour la liste des laboratoires d'analyse de sol accrédités, voir le site du MAAARO, au [www.omafra.gov.on.ca/french/crops/resource/soillabs.htm](http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/resource/soillabs.htm).

La présente fiche technique a été rédigée par Keith Reid, spécialiste de la fertilité des sols, MAAARO, et révisée par Donna Speranzini, Horticulture, et Christine Brown, chef du programme de gestion des éléments nutritifs — Grandes cultures, MAAARO.

## NOTES PERSONNELLES

NOTES PERSONNELLES

---

Centre d'information agricole  
1 877 424-1300  
*ag.info.omafr@ontario.ca*

**[www.ontario.ca/maaaaro](http://www.ontario.ca/maaaaro)**

---

POD  
ISSN 1198-7138  
Also available in English  
(Order No. 06-031)

